

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-335026

(43)Date of publication of application : 17.12.1996

(51)Int.Cl.

G03H 1/04

(21)Application number : 07-142978

(71)Applicant : TOPPAN PRINTING CO LTD

(22)Date of filing : 09.06.1995

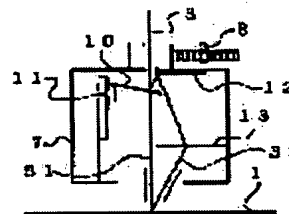
(72)Inventor : TODA TOSHITAKA

(54) DIFFRACTION GRATING PLOTTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a small-sized, lightweight, highly precise diffraction grating plotter in which the pattern can be varied by providing an optical element having a structure for transmitting and diffracting one of branched laser beams and making the other directly incident on a photographic plate, and imaging (crossing) two laser beams.

CONSTITUTION: A laser beam 3 incident on an exposure head 7 is branched by a half mirror 10, in which a laser beam 31 is directly incident on a photographic plate 1, and a laser beam 32 is incident on a diffraction optical element 13 for imaging (crossing) two luminous fluxes, and incident on the same position as the beam 31 on the photographic plate 1 by the transmission diffraction in the diffraction optical element 13. The half mirror 10 is placed on a movable stage 11 moving within the exposure head 7, and the movement in the optical axial direction of the stage 11 is controlled by a controller, thereby, the incident position (incident angle) of the beam 32 on the diffraction optical element 13 can be changed. The diffraction optical element 13 has a function for transmitting and diffracting the incident beam 32 so as to be regularly incident on the same position on the photographic plate 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.03.2002

[Date of sending the examiner's decision of] 31.08.2004

rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] (a) The X-Y stage to which the dry plate which applied sensitive material is laid, and the dry plate concerned is moved based on the arrangement data of a diffraction grating, (b) The laser light source which generates a laser beam, and the shutter which receives the laser beam from (c) laser light source, and controls exposure and un-exposing by the closing motion, (d) An optical branching means to branch to two the laser beam which passed the shutter, (e) The optical element to which the same location is made to carry out incidence of the two laser beams from an optical branching means on said dry plate, (f) It has the control means which controls migration of an X-Y stage, and closing motion of a shutter, respectively. By 2 flux-of-light interference of a laser beam-While-being-the-diffracted-light-study-component-which-has-the function to which exposure production of the abbreviation dot-like diffraction grating is carried out on a dry-plate front face, and transmission diffraction of at least one laser beam to which the optical element (e) branched is carried out in the diffraction-grating plotter arranged to a request The diffraction-grating plotter characterized by being the configuration which the above (d) and (e) are stored in one unit, and said whole unit rotates centering on a shaft vertical to an X-Y stage (a) by the control means (f).

[Claim 2] The diffraction-grating plotter according to claim 1 which is a beam splitter to which an optical branching means (d) branches to two of the laser beam to penetrate and the laser beam to reflect, carries a beam splitter or a mirror in the movable stage where it moves within said unit, and is characterized by changing the decussation include angle of the laser beam on the front face of a dry plate to arbitration by modulating the optical path of a near laser beam to reflect.

[Claim 3] Said optical branching means is carried in the movable stage where it moves within said unit using the diffraction grating by which the diffraction-grating cel from which the pitch of plaid differs in arbitration for every cel has been arranged as an optical branching means (d). By migration of said stage The diffraction-grating plotter according to claim 1 characterized by modulating the optical path of two laser beams which branch by changing into arbitration the diffraction-grating cel in which a laser beam carries out incidence, and changing the decussation include angle of the laser beam on the front face of a dry plate to arbitration.

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the equipment (plotter) which produces the pattern which consists of an abbreviation dot-like diffraction grating by 2 flux-of-light interference of a laser beam about the equipment which produces the diffraction-grating pattern formed by arranging a detailed diffraction grating (grating) in every cel (dot) on the surface of a substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art] The approach represented by JP,60-156004,A, JP,2-72319,A, JP,5-72406,A, etc. by these people is well-known as an approach of obtaining the display which arranges to a request two or more very small dots which consist of a diffraction grating on the surface of a substrate, and consists of a diffraction-grating pattern by 2 flux-of-light interference of coherent light (laser beam).

[0003] These approaches are the approaches of producing the pattern which its pitch, direction, and optical reinforcement are changed suitably, carries out exposure record one after another, and consists of a meeting of a diffraction-grating dot (cel) the very small interference fringe (diffraction grating) which both laser beams are made to interfere and is formed in each dot by making two laser beams cross on sensitive material, and exposing per dot.

[0004] An interference fringe (diffraction grating) changes the pitch (inverse number of spatial frequency) with the include angle of the 2 flux of lights which carry out incidence to sensitive material, and the direction of an interference fringe (diffraction grating) changes it according to the direction as for which the 2 flux of lights carry out incidence. At the time of observation of the produced pattern, said direction is related in the direction which is in sight by the color which is visible as for said pitch, respectively. Moreover, the optical reinforcement in the case of exposure will change the depth of an interference fringe, and will be related as visible brightness at the time of observation.

[0005] There is a problem as shown below, respectively in the above-mentioned production approach.

(1) When changing suitably the pitch and the direction of a JP,60-156004,A diffraction grating, it is necessary to move optical system (exposure head) suitably each time. By this approach, the cylinder front face is equipped with the dry plate, and it will call at the both sides of the revolution of said cylinder, and the horizontal migration (shaft orientations of a cylinder) of an exposure head in modification of an exposure part. A rotation will also need migration of an exposure head in addition to horizontal migration, and the include angle (the direction of a diffraction grating) which two laser beams intersect by rotation will be changed. The exposure head possesses the optical system (image formation system which consists of a meeting of two or more optical lenses and to which image formation of the two laser beams is carried out) of a comparatively complicated configuration in the interior, and is a heavy, comparatively large configuration. Therefore, after migration of an exposure head, the latency time long for periodic damping is not only needed, but it is [of an oscillation] easy to be influenced from the outside. For this reason, it has the problem production of a pattern not only takes long duration, but that

stability is not good, either and a uniform (accurate) diffraction grating is hard to produce it.

[0006] (2) By the JP,2-72319,A book approach, there is a problem that branch a laser beam in one reference beam and two or more body light, and the utilization effectiveness of light is low since the pitch of the diffraction grating which a reference beam and one selected body light are made to cross, and is produced is decided (the body light which is not chosen becomes a lost part). In addition, while it is difficult to make optical reinforcement of each body light into homogeneity, it also has the problem that the tuning for making a laser beam (each two or more body light and reference beam) intersect homotopic is difficult. Moreover, since optical system is complicated, the whole optical system summarized to one unit as an exposure head cannot be controlled freely, but the X-Y stage which laid the photographic sensitive film (dry plate) is moved by computer control in modification of an exposure part (and include angle which two laser beams intersect). Furthermore, about three are a limitation from the problem of the utilization effectiveness of the arrangement of optical system also with the spatial number which branches a laser beam, or light. Therefore, the class of pitch of a diffraction grating will be restricted to about three kinds, and after that a pattern is diversified, it will receive a limit.

[0007] (3) It is modulating the optical path of body light using a movable mirror in the predetermined direction in order to make the include angle which carries out incidence to a dry plate change into arbitration, in case the diffraction-grating plotter indicated by the JP,5-72406,A book official report operates one in the laser beam which branched to two as a body light, in order to diversify a pattern (class of pitch of a diffraction grating). Also in this approach, the X-Y stage which laid the dry plate is moved by computer control in modification of an exposure part from the reasons of the configuration of an exposure system. The include angle (the direction of a diffraction grating) which two laser beams intersect rotated theta stage in which the dry plate was laid by computer control, and is changed. That is, by this approach, the exposure part and the direction of a diffraction grating are changed by migration of the X-Y-theta stage in which the dry plate was laid. By this approach, it must adjust so that the center of rotation of theta stage and the decussation location of a laser beam may be in agreement, and the burden will increase.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As described above, on each conventional technique, it has the respectively peculiar problem, and in order to use equipment (plotter) as a compact, it has the problem weight not only increases, but that a lens with a short focal distance is required, and the profile of a diffraction grating is not asked according to aberration, as a lens used for optical system with it. 1 exposure head part of this invention is small and lightweight, it is a simple equipment configuration, can change the decussation include angle of the 22 flux of light into arbitration, and diversification of a pattern is free, and there are few burdens of 3 tuning, and it aims at offering the diffraction-grating plotter with which the highly precise profile of 4 each can produce a diffraction grating [****] continuously.

[0009]

[Means for Solving the Problem] Namely, the diffraction-grating plotter of this invention according to claim 1 (a) The X-Y stage to which the dry plate which applied sensitive material is laid, and the dry plate concerned is moved based on the arrangement data of a diffraction grating, (b) The laser light source which generates a laser beam, and the shutter which receives the laser beam from (c) laser light source, and controls exposure and un-exposing by the closing motion, (d) An optical branching means to branch to two the laser beam which passed the shutter, (e) The optical element to which the same location is made to carry out incidence of the two laser beams from an optical branching means on said dry plate, (f) It has the control means which controls migration of an X-Y stage, and closing motion of a shutter, respectively. By 2 flux-of-light interference of a laser beam While being the diffracted-light study component which has the function to which exposure production of the abbreviation dot-like diffraction grating is carried out on a dry-plate front face, and transmission diffraction of at least one laser beam to which the optical element (e) branched is carried out in the diffraction-grating plotter arranged to a request The above (d) and (e) are stored in one unit, and it is characterized by being the configuration which said whole unit rotates centering on a shaft vertical to an X-Y stage (a) by

the control means (f).

[0010] A diffraction-grating plotter according to claim 2 is a beam splitter to which an optical branching means (d) branches to two of the laser beam to penetrate and the laser beam to reflect, carries a beam splitter or a mirror in the movable stage where it moves within said unit, and is characterized by changing the decussation include angle of the laser beam on the front face of a dry plate to arbitration by modulating the optical path of a near laser beam to reflect.

[0011] A diffraction-grating plotter according to claim 3 as an optical branching means (d) Said optical branching means is carried in the movable stage where it moves within said unit using the diffraction grating by which the diffraction-grating cel from which the pitch of plaid differs in arbitration for every cel has been arranged. By migration of said stage By changing into arbitration the diffraction-grating cel in which a laser beam carries out incidence, the optical path of two branched laser beams is modulated, and it is characterized by changing the decussation include angle of the laser beam on the front face of a dry plate to arbitration.

[0012]

[Function] Since the optical element to which image formation (decussation) of the two laser beams is carried out is a diffracted-light study component, it is lightweight and small compared with the conventional lens.

[0013] Transmission diffraction only of one of the laser beam to which said optical element branched is carried out, and the structure of an exposure head (unit) becomes it still simpler that the laser beam of another side is a configuration which carries out incidence to a direct dry plate.

[0014] Since it is structure lightweight [an exposure head (unit)] and simple, after making it rotate to a dry plate, the latency time long for periodic damping is not needed, and it is hard to be influenced of an oscillation from the outside.

[0015] Since the optical path of a laser beam is modulated by the movable stage where it moves within an exposure head (unit), the decussation include angle of the 2 flux of light can be changed into arbitration.

[0016]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained to a detail with reference to a drawing. Drawing 1 is the schematic diagram showing the example of a configuration of the diffraction-grating plotter by this invention. Namely, X-Y stage 2 to which the dry plate 1 which applied the sensitive material for forming a diffraction grating is laid, and the dry plate 1 concerned is moved, The laser light source 4 which generates a laser beam 3, and the shutter 5 which receives the laser beam 3 from the laser light source 4, and controls exposure / un-exposing by the closing motion, After branching to two the laser beam 3 reflected by the mirror 6 which reflects the laser beam 3 which passed the shutter 5, and the mirror 6, The exposure head 7 which has the function to which the same location is made to carry out incidence of the branched laser beam on a dry plate 1 at an angle of arbitration, The revolution driving gear 8 made to rotate the exposure head 7 centering on a shaft vertical to a dry plate, Based on the production data of a pattern, it consists of controllers 9 which are the control means which control the revolution driving gear 8 of closing motion / exposure head 7 of the migration and the shutter 5 of X-Y stage 2 etc., respectively.

[0017] <Example 1> drawing 2 and drawing 3 are the cross-section explanatory views showing the circumference of the exposure head 7 including the optical axis of a laser beam 3. Namely, the laser beam 3 which carried out incidence to the exposure head 7 With the half mirror 10 which is an optical branching means, it is divided into the laser beam 31 to penetrate and the laser beam 32 to reflect, carry out incidence of the laser beam 31 to the direct dry plate 1, and a laser beam 32 goes via a mirror 12. Incidence is carried out to the diffracted-light study component 13 which is an optical element to which image formation (decussation) of the 2 flux of lights is carried out, and incidence is carried out to the laser beam 31 and homotopic on a dry plate 1 by the transmission diffraction in the diffracted-light study component 13.

[0018] Here, the half mirror 10 is laid in the movable stage 11 which moves in the inside of the exposure head 7, and the incidence location (whenever [incident angle]) to the diffracted-light study component 13 of a laser beam 32 can be changed by carrying out migration control of said

stage 11 in the direction of an optical axis by the controller 9.

[0019] The diffracted-light study component 13 has the function to which transmission diffraction of the laser beam 32 which carried out incidence is carried out so that the homotopic on a dry plate 1 may be made to always carry out incidence.

[0020] Therefore, as shown in drawing 2 - drawing 3, by actuation of the movable stage 11, the optical path of a laser beam 32 can be modulated and the decussation include angle of the 2 flux of lights on a dry plate 1 can be changed into arbitration.

[0021] There is relation like the following type to the incident angle of the 2 flux of lights of a laser beam and the diffraction grating formed.

$\Lambda = d (\sin \alpha - \sin \theta)$

θ is [here,] the pitch (inverse number of spatial frequency) of the diffraction grating in which the wavelength of a laser beam and d are formed for Λ , and α is whenever [to the dry plate 1 of a laser beam 32 / angle-of-incidence] whenever [to the dry plate 1 of a laser beam 31 / angle-of-incidence].

[0022] In this example, the pitch of the diffraction grating in which α is formed since it is fixed is changed into arbitration depending on θ .

[0023] Drawing 4 is the strabism explanatory view showing the optical path of the laser beam to a dry plate 1 from the exposure head 7 in this example. All the laser beam 3 which carried out incidence, and laser beams 31-32 after branching are on a field 60, and the diffraction grating formed serves as plaid of a direction vertical to the line by which a field 60 and the front face of a dry plate 1 cross.

[0024] Even if it rotates this system for the optical path of a laser beam 3 (and 31) to a revolving shaft at this time, the relative relation of the illustrated system is maintained and the direction of the diffraction grating formed on a dry plate 1 will be decided depending on a revolution of a field 60.

[0025] Therefore, a field 60, i.e., an exposure head, can be rotated by controlling the revolution driving gear 8, the plane of incidence to the dry plate 1 of a laser beam 31-32 can be changed, and since the sense of the diffraction grating formed turns into sense vertical to a field 60, the diffraction grating of the direction of arbitration is producible.

[0026] As mentioned above, in the diffraction-grating plotter of this invention, 2 flux-of-light interference of a laser beam 31-32 is performed by one closing motion of a shutter 5, and the diffraction grating of the shape of one dot is produced on a dry plate 1.

[0027] Therefore, the article which consists of a diffraction grating is producible by opening and closing a shutter 5, determining the pitch and direction of a diffraction grating based on the data, and performing these actuation continuously automatically by the controller 9, since X-Y stage 2, and the revolution driving gear 8 and a stage 11 are moved or rotated so that this may be realized, reading the data beforehand prepared for every dot.

[0028] An example of the diffracted-light study component 13 is shown in drawing 5. In this drawing, the diffracted-light study component 13 consists of a diffraction grating of the shape of a straight line from which the pitch is changing gradually, and (whenever [incident angle]), and transmission diffraction is carried out, and it depends for said pitch on the include angle to the diffracted-light study component 13 of the laser beam 32 after branching which carries out outgoing radiation. [incidence]

[0029] The other examples of the diffracted-light study component 13 are shown in drawing 6. In this drawing, a diffracted-light study component is the configuration that two or more diffraction-grating cels 14 arranged, and have been arranged. Although, and transmission diffraction is carried out and the pitch of a diffraction grating is decided in each cel 14 depending on the include angle to the diffracted-light study component 13 of the laser beam 32 after branching which carries out outgoing radiation corresponding to each location, within each cel 14, it is a fixed pitch. [angle of incidence]

[0030] With the above diffracted-light study components 13, since the incidence location on a dry plate 1 is designed so that it may not change even if the incidence location (whenever [incident angle]) of the laser beam 32 after branching to the diffracted-light study component 13 changes, change of an above incidence location (whenever [incident angle]) turns into

change of whenever [to a dry plate 1 / incident angle] (decussation include angle of the 2 flux of light).

[0031] Loss of laser light decreases by using things of high diffraction efficiency, such as a holographic optical element of the phase modulation mold containing a blazed mold, as a diffracted-light study component 13.

[0032] <Example 2> drawing 7 and drawing 8 are the cross-section explanatory views showing the circumference of the exposure head 7 including the optical axis of a laser beam 3 in another example of this invention. Namely, the laser beam 3 which carried out incidence to the exposure head 7 By the beam splitter 40 which is an optical branching means, it is divided into the laser beam 31 to penetrate and the laser beam 32 to reflect, carry out incidence of the laser beam 31 to the direct dry plate 1, and a laser beam 32 goes via a mirror 12. Incidence is carried out to the diffracted-light study component 13 which is an optical element to which image formation (decussation) of the 2 flux of lights is carried out, and incidence is carried out to the laser beam 31 and homotopic on a dry plate 1 by the transmission diffraction in the diffracted-light study component 13.

[0033] Here, the mirror 12 is laid in the movable stage 11 which moves in the inside of the exposure head 7, and can change the incidence location (whenever [incident angle]) to the diffracted-light study component 13 of a laser beam 32 by carrying out migration control of said stage 11 in the direction of an optical axis by the controller 9.

[0034] The diffracted-light study component 13 has the function to which transmission diffraction of the laser beam 32 which carried out incidence is carried out so that the homotopic on a dry plate 1 may be made to always carry out incidence.

[0035] Therefore, as shown in drawing 7 - drawing 8 , by actuation of the movable stage 11, the optical path of a laser beam 32 can be modulated and the decussation include angle of the 2 flux of lights on a dry plate 1 can be changed into arbitration.

[0036] <Example 3> drawing 9 and drawing 10 are the cross-section explanatory views showing the circumference of the exposure head 7 including the optical axis of a laser beam 3 in another example of this invention. That is, incidence of it is carried out to the diffraction grating 50 formed in the diffraction-grating array 51 which is an optical branching means, a laser beam 3 branches to the laser beam 30 which is the zero-order diffracted light (transmitted light), and the laser beam 31-32 which is the primary [**] diffracted light, and the laser beam 30 which is not used for exposure interference is shaded with a gobo 52, and it carries out incidence of the laser beam 31-32 to the homotopic on a dry plate 1 via the diffracted-light study component 13-14, respectively.

[0037] Here, the diffracted-light study component 13-14 arranges the same component to the symmetry to the optical axis of a laser beam 3.

[0038] The diffraction-grating array 51 is the configuration that two or more arrangement of the diffraction grating 50 from which spatial frequency (pitch) differs was carried out, as shown in drawing 6 .

[0039] The diffraction-grating array 51 is laid in the movable stage 11 which moves in the inside of the exposure head 7, and position control is carried out by the controller 9. The diffraction grating from which the diffraction grating 50 in which a laser beam 3 carries out incidence can be changed, and spatial frequency (pitch) differs by it 50 In order to diffract light at an include angle which is different in the laser beam 3 which carries out incidence (every primary [**] two diffracted lights), Incidence of the laser beam 31-32 which could change the incidence location (incidence include angle) to the diffracted-light study component 13-14 of a laser beam 31-32, and was diffracted by the diffracted-light study component 13-14 is carried out to the homotopic on a dry plate 1, and it always comes to intersect it.

[0040] Therefore, as shown in drawing 9 - drawing 10 , by actuation of the movable stage 11, the optical path of a laser beam 31-32 can be modulated, and the decussation include angle of the 2 flux of lights on a dry plate 1 can be changed into arbitration.

[0041] In addition, this invention is not limited to the example mentioned above, and even if it makes it illustrate below, it can be carried out similarly.

(a) What is necessary is just to branch efficiently not only the example that uses half mirror 10,

beam-splitter 40, and a diffraction grating 50 but light or more to two as an optical branching means.

(b) An optical branching means may be laid in a stage controllable as a relative include-angle change not only to when making it move linearly by the stage 11 but to the laser beam 3 which carries out incidence. In this case, when using a half mirror like drawing 2 as an optical branching means, whenever [angle-of-reflection / of the laser beam 32 to reflect] changes, and it is dependent on it with include-angle change of a half mirror, and it is an incidence location (whenever [incident angle] will change and it becomes like the example mentioned above controllable [whenever / incident angle / of the 2 flux of lights to a dry plate 1].) to the diffracted-light study component 13.

(c) The spatial frequency of a diffraction grating may be changed and used by making an acoustic wave (a supersonic wave being included) spread, using as a diffraction grating into a sound optical element, as an optical branching means, and controlling the frequency of this acoustic wave by the controller. In this case, since the amount of moving part decreases, if a system is stabilized further and changes the frequency of an acoustic wave continuously further, what the decussation include angle of a laser beam 31-32 is continuously changed also for (inside of 1 dot) is possible.

[0042]

[Effect of the Invention] This invention has an advantage which is listed to below.

(a) After branching a laser beam with an optical branching means, **** is almost without a loss, since it can use for 2 flux-of-light interference, the utilization effectiveness of light is high, therefore the exposure time is also short, ends and is strong to the effect of an oscillation etc.

(b) By rotating the exposure head which is the stable system, the direction of a diffraction grating is made to arbitration.

(c) Since lenses are not used, the effect of the aberration of lenses etc. is avoidable.

(d) It becomes possible to attain miniaturization and lightweight-ized -, and automation, especially can do very small [an exposure head] and lightweight, and the stability of equipment is high and production of a highly precise diffraction grating can be performed. [of equipment]

[0043] Therefore, by this invention, 1 exposure head part is small and lightweight, it is a simple equipment configuration, and the decussation include angle of the 22 flux of light can be changed into arbitration, diversification of a pattern is free, there are few burdens of 3 tuning, and the diffraction-grating plotter with which are satisfied of above all to which the highly precise profile of 4 each can produce a diffraction grating [****] continuously is offered.

[0044]

[Translation done.]

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

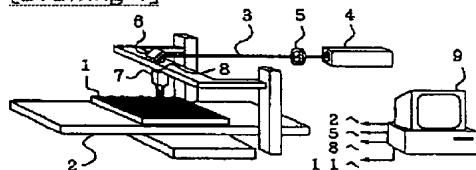
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

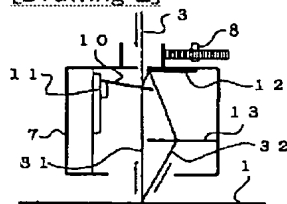
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

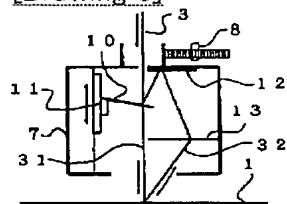
[Drawing 1]



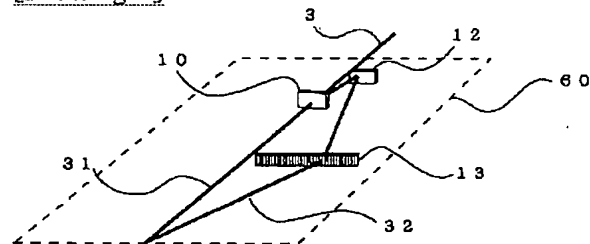
[Drawing 2]



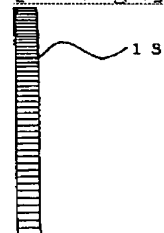
[Drawing 3]



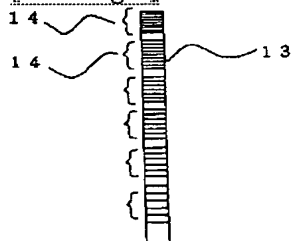
[Drawing 4]



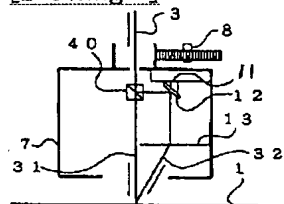
[Drawing 5]



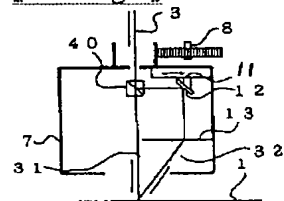
[Drawing 6]



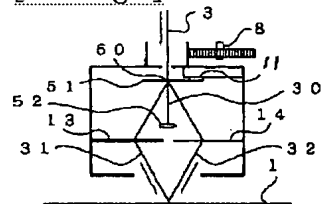
[Drawing 7]



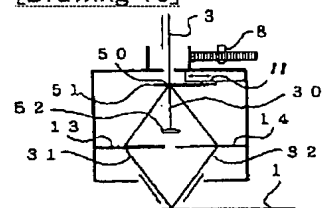
[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-335026

(43)公開日 平成8年(1996)12月17日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 3 H 1/04

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 3 H 1/04

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-142978

(22)出願日 平成7年(1995)6月9日

(71)出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72)発明者 戸田 敏貴

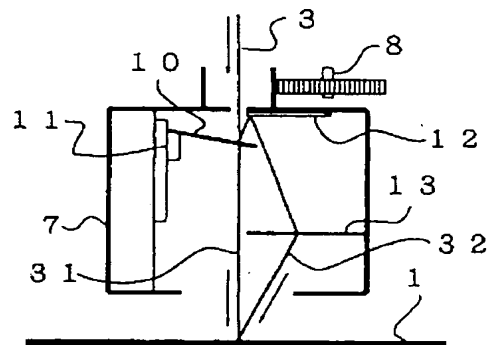
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(54)【発明の名称】 回折格子プロッター

(57)【要約】

【目的】 小型・軽量であり、簡便な構成の回折格子プロッターの提供。

【構成】 分岐された2本のレーザービームを乾板上で同一位置に交叉させる光学素子が、少なくとも1本のレーザービームを透過回折させる機能を有する回折光学素子であると共に、光分岐手段と前記素子が1つのユニット内に収められており、ユニット全体が、制御手段によって、乾板が載置されたX-Yステージに垂直な軸を中心に回転される構成の回折格子プロッター。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 感光材料を塗布した乾板が載置され、回折格子の配置データに基づいて当該乾板を移動させる X-Y ステージと、

(b) レーザービームを発生するレーザー光源と、

(c) レーザー光源からのレーザービームを受け、その開閉によって露光・非露光を制御するシャッターと、

(d) シャッターを通過したレーザービームを 2 本に分岐する光分岐手段と、

(e) 光分岐手段からの 2 本のレーザービームを前記乾板上で同一位置に入射させる光学素子と、

(f) X-Y ステージの移動およびシャッターの開閉をそれぞれ制御する制御手段、

などを備え、レーザービームの 2 光束干渉によって、略ドット状の回折格子を乾板表面に露光作製し、所望に配置する回折格子プロッターにおいて、

光学素子 (e) が、分岐された少なくとも 1 本のレーザービームを透過回折させる機能を有する回折光学素子であると共に、上記 (d) (e) が 1 つのユニット内に収められており、前記ユニット全体が、制御手段 (f) によって、X-Y ステージ (a) に垂直な軸を中心に回転される構成であることを特徴とする回折格子プロッター。

【請求項 2】 光分岐手段 (d) が、透過するレーザービームと反射するレーザービームとの 2 本に分岐するビーム・スプリッターであり、

前記ユニット内で移動する可動ステージに、ビーム・スプリッターまたはミラーを搭載し、

反射する側のレーザービームの光路を変調することにより、乾板表面でのレーザービームの交叉角度を任意に変化させることを特徴とする請求項 1 記載の回折格子プロッター。

【請求項 3】 光分岐手段 (d) として、格子縞のピッチがセル毎に任意に異なる回折格子セルが配置された回折格子を用い、

前記ユニット内で移動する可動ステージに前記光分岐手段を搭載し、前記ステージの移動によって、レーザービームの入射する回折格子セルを任意に変更することによって、

分岐される 2 本のレーザービームの光路を変調し、乾板表面でのレーザービームの交叉角度を任意に変化させることを特徴とする請求項 1 記載の回折格子プロッター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、基板の表面に微細な回折格子 (グレーティング) をセル (ドット) 毎に配置することにより形成される回折格子パターンを作製する装置に関し、レーザービームの 2 光束干渉によって、略ドット状の回折格子からなるパターンを作製する装置 (プロッター) に関する。

【0002】

【従来の技術】 コヒーレント光 (レーザービーム) の 2 光束干渉によって、基板の表面に回折格子からなる複数の微少なドットを所望に配置し、回折格子パターンからなるディスプレイを得る方法として、本出願人による特開昭 60-156004 号公報・特開平 2-72319 号公報・特開平 5-72406 号公報などに代表される方法が公知である。

【0003】 これらの方法は、2 本のレーザービームを感光材料上で交叉させ、ドット単位で露光することにより双方のレーザービームを干渉させて、各ドットに形成される微少な干渉縞 (回折格子) を、そのピッチ・方向・光強度を適宜変化させて、次々と露光記録し、回折格子ドット (セル) の集まりからなるパターンを作製する方法である。

【0004】 干渉縞 (回折格子) は、感光材料に入射する 2 光束の角度によって、そのピッチ (空間周波数の逆数) が変わり、干渉縞 (回折格子) の方向は 2 光束の入射する方向によって変わる。作製されたパターンの観察時には、前記ピッチは見える色に、前記方向は見える方向に、それぞれ関係する。また、露光の際の光強度は、干渉縞の深さを変更することになり、観察時には見える明るさとして関係することになる。

【0005】 上記の作製方法においては、それぞれ以下に示すような問題がある。

(1) 特開昭 60-156004 号公報

回折格子のピッチ・方向を適宜変化させる場合に、その都度、光学系 (露光ヘッド) を適宜移動する必要がある。本方法では、乾板がシリンダ表面に装着されており、露光箇所の変更にあたっては、前記シリンダの回転と露光ヘッドの水平移動 (シリンダの軸方向) の双方によることになる。露光ヘッドの移動は、水平移動以外に回転移動も必要とし、回転移動によって 2 本のレーザービームの交叉する角度 (回折格子の方向) を変更することになる。露光ヘッドは、その内部に比較的複雑な構成の光学系 (複数枚の光学レンズの集まりからなる、2 本のレーザービームを結像させる結像系) を具備しており、比較的大きく重い構成である。従って、露光ヘッドの移動後には振動減衰のために長い待ち時間が必要となるだけでなく、外部からの振動の影響を受けやすい。このため、パターンの作製に長時間を要するだけでなく、安定性も良好でなく、均一な (精度がよい) 回折格子が作製しづらいという問題を有している。

【0006】 (2) 特開平 2-72319 号公報

本方法では、レーザービームを、1 本の参照光と複数本の物体光とに分岐し、参照光と選択された 1 本の物体光とを交叉させ、作製する回折格子のピッチを決めていることから、光の利用効率が低い (選択されない物体光は損失分となる) という問題がある。加えて、それぞれの物体光の光強度を均一にするのが難しいと共に、レーザ

ービーム（複数本の物体光それぞれと、参照光）を同位置に交叉させるための調整作業が困難であるという問題も有している。また、光学系が複雑であるため、露光ヘッドとして1つのユニットにまとめた光学系全体を自由に制御することはできず、露光箇所（および2本のレーザービームの交叉する角度）の変更にあたっては、感光性フィルム（乾板）を載置したX-Yステージをコンピューター制御で移動させている。さらに、レーザービームを分岐する本数も、光学系の空間的な配置や光の利用効率の問題から3本程度が限界である。そのため、回折格子のピッチの種類は3種類程度に制限され、パターンの多様化の上で制限を受けることになる。

【0007】(3) 特開平5-72406号公報

本公報に記載された回折格子プロッターは、パターン（回折格子のピッチの種類）を多様化するために、2本に分岐したレーザービームのうち1本を物体光として機能させる際、乾板に入射する角度を任意に変更させるために、所定方向に移動可能なミラーを用いて物体光の光路を変調している。本方法においても、露光系の構成上の理由より、露光箇所の変更にあたっては、乾板を載置したX-Yステージをコンピューター制御で移動させている。2本のレーザービームの交叉する角度（回折格子の方向）は、乾板を載置した θ ステージをコンピューター制御で回転移動させて変更している。すなわち、本方法では、乾板を載置したX-Y- θ ステージの移動によって、露光箇所および回折格子の方向を変更している。本方法では、 θ ステージの回転中心とレーザービームの交叉位置とが一致するように調整しなければならず、その負担が増えることになる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記したように、それぞれの従来技術にはそれぞれ固有な問題を有しており、それと共に、光学系に用いられるレンズとして、装置（プロッター）をコンパクトにするためには、焦点距離の短いレンズが必要であり、重量が増すばかりでなく、収差によって回折格子の輪郭が所望とならないという問題を有している。本発明は、

- 1) 露光ヘッド部分が小型・軽量であり、簡便な装置構成であり、
 - 2) 2光束の交叉角度を任意に変更でき、パターンの多様化が自在であり、
 - 3) 調整作業の負担が少なく、高精度であり、
 - 4) 個々の輪郭が所望な回折格子を連続的に作製できるような、
- 回折格子プロッターを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の請求項1に記載の回折格子プロッターは、(a)感光材料を塗布した乾板が載置され、回折格子の配置データに基づいて当該乾板を移動させるX-Yステージと、(b)レ

ーザービームを発生するレーザー光源と、(c)レーザー光源からのレーザービームを受け、その開閉によって露光・非露光を制御するシャッターと、(d)シャッターを通過したレーザービームを2本に分岐する光分岐手段と、(e)光分岐手段からの2本のレーザービームを前記乾板上で同一位置に入射させる光学素子と、(f)X-Yステージの移動およびシャッターの開閉をそれぞれ制御する制御手段、などを備え、レーザービームの2光束干渉によって、略ドット状の回折格子を乾板表面に露光作製し、所望に配置する回折格子プロッターにおいて、光学素子(e)が、分岐された少なくとも1本のレーザービームを透過回折させる機能を有する回折光学素子であると共に、上記(d)(e)が1つのユニット内に収められており、前記ユニット全体が、制御手段(f)によって、X-Yステージ(a)に垂直な軸を中心に回転される構成であることを特徴とする。

【0010】請求項2に記載の回折格子プロッターは、光分岐手段(d)が、透過するレーザービームと反射するレーザービームとの2本に分岐するビーム・スプリッターであり、前記ユニット内で移動する可動ステージに、ビーム・スプリッターまたはミラーを搭載し、反射する側のレーザービームの光路を変調することにより、乾板表面でのレーザービームの交叉角度を任意に変化させることを特徴とする。

【0011】請求項3に記載の回折格子プロッターは、光分岐手段(d)として、格子縞のピッチがセル毎に任意に異なる回折格子セルが配置された回折格子を用い、前記ユニット内で移動する可動ステージに前記光分岐手段を搭載し、前記ステージの移動によって、レーザービームの入射する回折格子セルを任意に変更することによって、分岐される2本のレーザービームの光路を変調し、乾板表面でのレーザービームの交叉角度を任意に変化させることを特徴とする。

【0012】

【作用】2本のレーザービームを結像（交叉）させる光学素子が、回折光学素子であるため、従来のレンズに比べて軽量・小型である。

【0013】前記光学素子が分岐されたレーザービームの1本だけを透過回折させ、他方のレーザービームは直接乾板に入射する構成であると、露光ヘッド（ユニット）の構造が一層簡便になる。

【0014】露光ヘッド（ユニット）が軽量・簡便な構造であるため、乾板に対して回転させた後に、振動減衰のために長い待ち時間が必要となることはなく、外部からの振動の影響も受けにくい。

【0015】露光ヘッド（ユニット）内で移動する可動ステージによってレーザービームの光路を変調するため、2光束の交叉角度を任意に変更できる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例について、図面を参照

10

20

30

40

50

して詳細に説明する。図 1 は、本発明による回折格子プロッターの構成例を示す概要図である。すなわち、回折格子を形成するための感光材料を塗布した乾板 1 が載置され、当該乾板 1 を移動させる X-Y ステージ 2 と、レーザービーム 3 を発生するレーザー光源 4 と、レーザー光源 4 からレーザービーム 3 を受け、その開閉によって露光／非露光を制御するシャッター 5 と、シャッター 5 を通過したレーザービーム 3 を反射するミラー 6 と、ミラー 6 で反射したレーザービーム 3 を 2 本に分岐した後、分岐されたレーザービームを任意の角度で乾板 1 上

で同一位置に入射させる機能を有する露光ヘッド 7 と、露光ヘッド 7 を乾板に垂直な軸を中心に回転させる回転駆動装置 8 と、パターン of 作製データに基づいて、X-Y ステージ 2 の移動・シャッター 5 の開閉・露光ヘッド 7 の回転駆動装置 8、などをそれぞれ制御する制御手段であるコントローラ 9 とから構成されている。

【0017】＜実施例 1＞図 2・図 3 は、レーザービーム 3 の光軸を含む露光ヘッド 7 の周辺を示す断面説明図である。すなわち、露光ヘッド 7 に入射したレーザービーム 3 は、光分岐手段であるハーフミラー 10 によって、透過するレーザービーム 3 1 と反射するレーザービーム 3 2 に分けられ、レーザービーム 3 1 は直接乾板 1 に入射し、レーザービーム 3 2 はミラー 12 を経由して、2 光束を結像（交叉）させる光学素子である回折光学素子 13 に入射し、回折光学素子 13 での透過回折によって乾板 1 上のレーザービーム 3 1 と同位置に入射する。

【0018】ここで、ハーフミラー 10 は、露光ヘッド 7 内を移動する可動ステージ 11 に載置されており、コントローラ 9 によって、前記ステージ 11 を光軸方向に移動制御することにより、レーザービーム 3 2 の回折光学素子 13 への入射位置（入射角度）を変えることができる。

【0019】回折光学素子 13 は、入射したレーザービーム 3 2 を、常に乾板 1 上の同位置に入射させるように透過回折させる機能を有している。

【0020】従って、図 2～図 3 に示すように、可動ステージ 11 の駆動により、レーザービーム 3 2 の光路を変調でき、乾板 1 上での 2 光束の交叉角度を任意に変更することができる。

【0021】レーザービームの 2 光束の入射角と形成される回折格子には、下記式のような関係がある。

$$\lambda = d (\sin \alpha - \sin \theta)$$
 ここで、 λ はレーザービームの波長、 d は形成される回折格子のピッチ（空間周波数の逆数）、 α はレーザービーム 3 1 の乾板 1 への入射角度、 θ はレーザービーム 3 2 の乾板 1 への入射角度である。

【0022】本実施例では、 α は一定であるため、形成される回折格子のピッチは θ に依存して任意に変更される。

【0023】図 4 は、本実施例における、露光ヘッド 7 から乾板 1 に到るレーザービームの光路を示す斜視説明図である。入射したレーザービーム 3、分岐後のレーザービーム 3 1・3 2 が全て面 60 上にあり、形成される回折格子は、面 60 と乾板 1 の表面とが交わる線と垂直な方向の格子縞となる。

【0024】このとき、レーザービーム 3（および 3 1）の光路を回転軸にこの系を回転しても、図示された系の相対関係は維持されており、乾板 1 上に形成される回折格子の方向は、面 60 の回転に依存して決まることになる。

【0025】従って、回転駆動装置 8 を制御することにより、面 60、すなわち露光ヘッドを回転させ、レーザービーム 3 1・3 2 の乾板 1 への入射面を変えることができ、形成される回折格子の向きは、面 60 に垂直な向きになるため、任意の方向の回折格子が作製可能である。

【0026】以上のように、本発明の回折格子プロッターでは、1 回のシャッター 5 の開閉により、レーザービーム 3 1・3 2 の 2 光束干渉が行われ、乾板 1 上に 1 つのドット状の回折格子が作製される。

【0027】従って、1 ドット毎に予め用意されたデータを読み込みながら、そのデータに基づき、回折格子のピッチや方向を決定し、これを実現するように X-Y ステージ 2 や回転駆動装置 8、ステージ 11 を移動もしくは回転させてから、シャッター 5 の開閉を行い、これらの操作をコントローラ 9 により自動で連続して行うことにより、回折格子から成る物品が作製できる。

【0028】図 5 に、回折光学素子 13 の一例を示す。同図では、回折光学素子 13 は、徐々にピッチが変化している直線状の回折格子からなり、前記ピッチは、分岐後のレーザービーム 3 2 の回折光学素子 13 への入射位置（入射角度）、および透過回折して出射する角度に依存している。

【0029】図 6 に、回折光学素子 13 の他例を示す。同図では、回折光学素子は、回折格子セル 14 が複数個並べて配置された構成である。各セル 14 では、それぞれの位置に対応して、分岐後のレーザービーム 3 2 の回折光学素子 13 への入射角度および透過回折して出射する角度に依存して、回折格子のピッチが決められているが、各セル 14 内では一定のピッチである。

【0030】上記のような回折光学素子 13 では、回折光学素子 13 への分岐後のレーザービーム 3 2 の入射位置（入射角度）が変化しても、乾板 1 上での入射位置は変わらないように設計されているため、前記の入射位置（入射角度）の変化は乾板 1 への入射角度（2 光束の交叉角度）の変化となる。

【0031】回折光学素子 13 として、ブレード型を含む位相変調型 of ホログラフィック光学素子などの、高い回折効率のものを使用することで、レーザー光の損失

が少なくなる。

【0032】＜実施例 2＞図 7・図 8 は、本発明の別の実施例における、レーザービーム 3 の光軸を含む露光ヘッド 7 の周辺を示す断面説明図である。すなわち、露光ヘッド 7 に入射したレーザービーム 3 は、光分岐手段であるビームスプリッター 40 によって、透過するレーザービーム 31 と反射するレーザービーム 32 に分けられ、レーザービーム 31 は直接乾板 1 に入射し、レーザービーム 32 はミラー 12 を経由して、2 光束を結像（交叉）させる光学素子である回折光学素子 13 に入射し、回折光学素子 13 での透過回折によって乾板 1 上のレーザービーム 31 と同位置に入射する。

【0033】ここで、ミラー 12 は、露光ヘッド 7 内を移動する可動ステージ 11 に載置されており、コントローラ 9 によって、前記ステージ 11 を光軸方向に移動制御することにより、レーザービーム 32 の回折光学素子 13 への入射位置（入射角度）を変えることができる。

【0034】回折光学素子 13 は、入射したレーザービーム 32 を、常に乾板 1 上の同位置に入射させるように透過回折させる機能を有している。

【0035】従って、図 7～図 8 に示すように、可動ステージ 11 の駆動により、レーザービーム 32 の光路を変調でき、乾板 1 上での 2 光束の交叉角度を任意に変更することができる。

【0036】＜実施例 3＞図 9・図 10 は、本発明の別の実施例における、レーザービーム 3 の光軸を含む露光ヘッド 7 の周辺を示す断面説明図である。すなわち、レーザービーム 3 は、光分岐手段である回折格子アレィ 51 に形成された回折格子 50 に入射し、0 次の回折光（透過光）であるレーザービーム 30 と、±1 次の回折光であるレーザービーム 31・32 に分岐され、露光干渉に用いないレーザービーム 30 は遮光板 52 で遮光され、レーザービーム 31・32 は、それぞれ回折光学素子 13・14 を経由して、乾板 1 上の同位置に入射する。

【0037】ここで、回折光学素子 13・14 は、同一の素子をレーザービーム 3 の光軸に対し、対称に配置したものである。

【0038】回折格子アレィ 51 は、図 6 に示されるように、空間周波数（ピッチ）の異なる回折格子 50 が複数配置された構成である。

【0039】回折格子アレィ 51 は、露光ヘッド 7 内を移動する可動ステージ 11 に載置されており、コントローラ 9 によって位置制御される。それによって、レーザービーム 3 が入射する回折格子 50 を変更することができ、空間周波数（ピッチ）の異なる回折格子は 50 は、入射するレーザービーム 3 を異なる角度で光を回折する（±1 次の 2 本ずつの回折光）ため、レーザービーム 31・32 の回折光学素子 13・14 への入射位置（入射角度）を変えることができ、回折光学素子 13・14 に

より回折したレーザービーム 31・32 は、常に乾板 1 上の同位置に入射し、交叉するようになる。

【0040】従って、図 9～図 10 に示すように、可動ステージ 11 の駆動により、レーザービーム 31・32 の光路を変調でき、乾板 1 上での 2 光束の交叉角度を任意に変更することができる。

【0041】尚、本発明は、上述した実施例に限定されるものではなく、以下に例示するようにしても同様に実施することができる。

10 (a) 光分岐手段として、ハーフミラー 10・ビームスプリッター 40・回折格子 50 を使用する例に限らず、光を 2 本以上に効率よく分岐するものであればよい。

(b) 光分岐手段を、ステージ 11 により直線的に移動させる場合に限らず、入射するレーザービーム 3 に対して、相対的な角度変化として制御が可能なステージに載置してもよい。この場合、光分岐手段として図 2 のようなハーフミラーを用いるとき、ハーフミラーの角度変化によって、反射するレーザービーム 32 の反射角度が変わり、それに依存して回折光学素子 13 への入射位置

20 (入射角度が変わることになり、上述した実施例と同様に、乾板 1 への 2 光束の入射角度の制御が可能となる。

(c) 光分岐手段として、音響光学素子中に音波（超音波を含む）を伝搬させて回折格子として用い、この音波の周波数をコントローラで制御することによって、回折格子の空間周波数を変えて用いてもよい。この場合、可動部分が少なくなるため系が一層安定し、さらに音波の周波数を連続的に変化させれば、レーザービーム 31・32 の交叉角度を連続的に変化させる（1 ドット内でも）ことも可能である。

30 【0042】

【発明の効果】本発明は、以下に挙げるような利点を有する。

(a) レーザービームを光分岐手段で分岐した後、ほとんど損失なく、2 光束干渉に利用できるため、光の利用効率が高く、従って、露光時間も短くてすみ、振動などの影響に強い。

(b) 安定した系である露光ヘッドを回転させることで、回折格子の方向を任意にできる。

40 (c) レンズ類を使用していないため、レンズ類の収差などの影響を避けることができる。

(d) 装置の小型化・軽量化・および自動化を図ることが可能となり、特に露光ヘッドは、非常に小型・軽量にでき、装置の安定性が高く、高精度な回折格子の作製ができる。

【0043】従って、本発明によって、

- 1) 露光ヘッド部分が小型・軽量であり、簡便な装置構成であり、
- 2) 2 光束の交叉角度を任意に変更でき、パターンが多様化が自在であり、
- 50 3) 調整作業の負担が少なく、高精度であり、

4) 個々の輪郭が所望な回折格子を連続的に作製できるような、
上記の全てを満足する回折格子プロッターが提供される。

【0044】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による回折格子プロッターの概要を示す全体構成図。

【図2】 実施例1にかかる露光ヘッドを示す断面説明図。

【図3】 実施例1にかかる露光ヘッドを示す断面説明図。

【図4】 露光ヘッドから乾板に到るレーザービームの光路を示す斜視説明図。

【図5】 回折光学素子の一例を示す説明図。

【図6】 回折光学素子の他例を示す説明図。

【図7】 実施例2にかかる露光ヘッドを示す断面説明図。

【図8】 実施例2にかかる露光ヘッドを示す断面説明図。

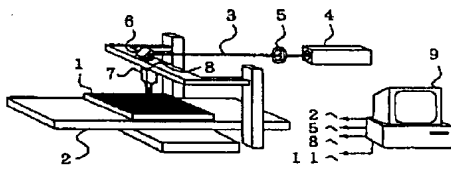
【図9】 実施例3にかかる露光ヘッドを示す断面説明図。

【図10】 実施例3にかかる露光ヘッドを示す断面説明図。

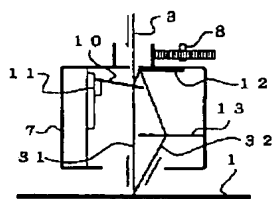
【符号の説明】

- 1…乾板
- 2…X-Yステージ
- 3…レーザービーム
- 4…レーザー光源
- 5…シャッター
- 6…ミラー
- 7…露光ヘッド
- 8…回転駆動装置
- 9…コントローラ
- 10…ハーフミラー
- 11…ステージ
- 12…ミラー
- 13, 14…回折光学素子
- 30, 31, 32…レーザービーム
- 40…ビームスプリッター
- 50…回折格子
- 51…回折格子アレイ
- 52…遮光板

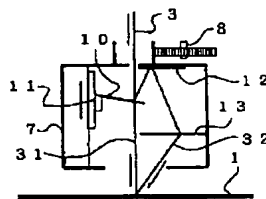
【図1】



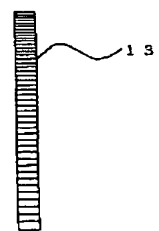
【図2】



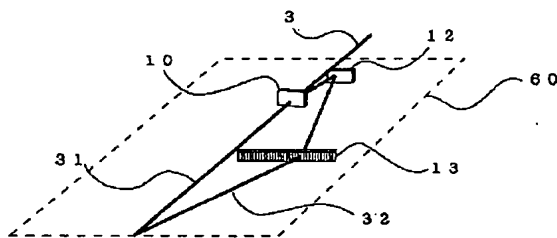
【図3】



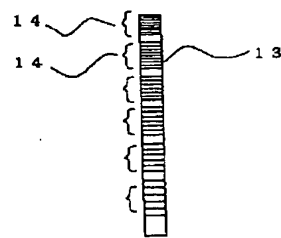
【図5】



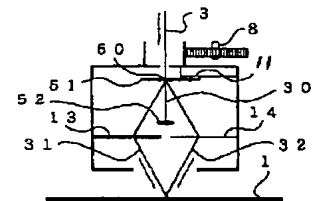
【図4】



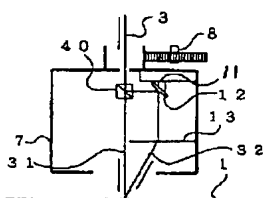
【図6】



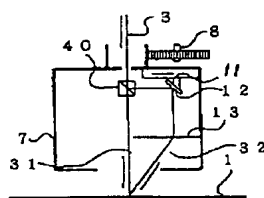
【図9】



【図7】



【図8】



【図10】

